

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 9 日 (09.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/082568 A1

(51) 国際特許分類: B23K 26/20
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/003417
(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 23 日 (23.02.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2004-55336 2004 年 2 月 27 日 (27.02.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人物質・材料研究機構 (NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現 1 丁目 2 番 1 号 Ibaraki (JP). 石川島播磨重工業株式会社 (ISHIKAWAJIMA-HARIMA

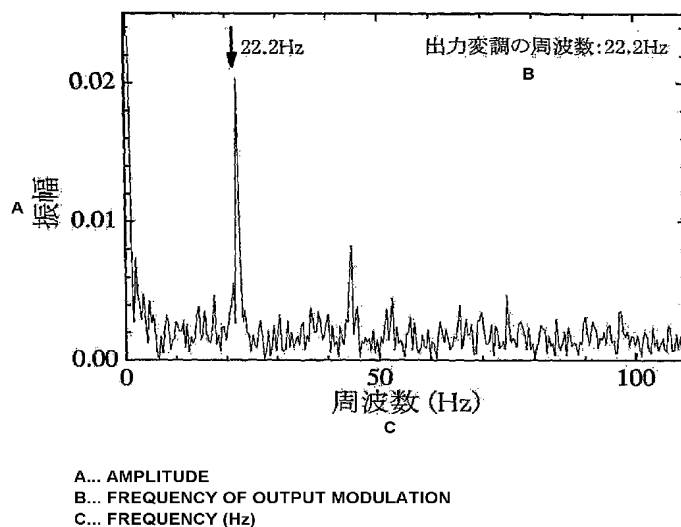
HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-8182 東京都千代田区大手町 2 丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 塚本 進 (TSUKAMOTO, Susumu) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現 1 丁目 2 番 1 号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 川口 勲 (KAWAGUCHI, Isao) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現 1 丁目 2 番 1 号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 荒金 吾郎 (ARAKANE, Goro) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現 1 丁目 2 番 1 号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 本田 博史 (HONDA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現 1 丁目 2 番 1 号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP).

[続葉有]

(54) Title: LASER WELDING METHOD

(54) 発明の名称: レーザ溶接方法



(57) Abstract: A laser welding method not causing welding defect by imparting controlled variation of the waveform and frequency to the laser output. The variation with time of the intensity of light of the plasma or plume produced by a laser welding unit is detected. The laser output variation condition is set so that the variation with time of the light intensity corresponds to the variation of the laser output, thus performing laser welding. As a result no welding defect is produced by imparting adequate variation of the waveform and frequency to the laser output. With this, a novel laser welding method in which the laser output variation condition is simply and adequately optimized is realized.

(57) 要約: レーザ出力に制御された波形および周波数の変動を付与することにより溶接欠陥の発生を防止するレーザー溶接方法において、レーザー溶接部で発生するプラズマもしくはプルームの発光強度の時間変化

[続葉有]



WO 2005/082568 A1



(74) 代理人: 西澤 利夫 (NISHIZAWA, Toshio); 〒107-0062
東京都 港区 南青山 6 丁目 1 1 番 1 号 スリーエフ南
青山ビルディング 7 F Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

を検出し、発光強度の時間変化とレーザ出力の変動が対応するようにレーザ出力変動条件を設定してレーザ溶接を
行い、レーザ出力に適切な波形ならびに周波数で変動を付与して溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法におい
て、より簡便かつ確実にレーザ出力変動条件の最適化を行うことのできる、新しいレーザ溶接方法とする。

明 細 書

レーザ溶接方法

技術分野

この出願の発明は、レーザ溶接方法に関するものである。さらに詳しくは、この出願の発明は、レーザ出力に適切な波形ならびに周波数で変動を付与することにより、ポロシティ、ブローホールおよび割れ等の溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法において、より簡便かつ確実にレーザ出力変動条件の最適化を行うことのできる、新しいレーザ溶接方法に関するものである。

背景技術

近年、レーザ発振器の大出力化が飛躍的に進み、これを深溶け込み・高速溶接へ適用することが期待されている。しかし、深溶け込みにおいては、溶込みが深くなるにしたがいレーザ照射部で形成されるキーホールを安定に維持することが困難となり、これに基づき、ポロシティ、ブローホール、割れなどの溶接欠陥が発生しやすくなるという問題がある。そのため、レーザ技術を構造物などを含む広範囲な材料加工に適用するためには、このような溶接欠陥を確実に防止する技術が必要不可欠となる。

これに対して、この出願の発明者らは、レーザ出力に周期的な変動を付与し、その周波数を溶融池の表面で発生する波の固有振動周波数と一致させることにより、効果的に溶接欠陥を防止する技術を提案している（例えば、特許文献 1 参照）。より具体的には、この出願の発明者らが既に提案したレーザ出力に周期的な変動を付与した溶接においては、レーザ出力がベース出力からピーク出力へと急激に上昇するときに、添付した図面の図 1 に示したように、キーホール内部から大量の溶融金属が

噴出し、溶融池表面に波を発生させる。この波は溶融池を後方へと伝播し、後端で反射した後、再びキーホール内へと戻る動きをとる。このときの溶融池における波の往復運動の周波数、すなわち波の固有振動周波数 f (Hz) は、キーホールから後方の溶融池長さを L (mm)、波の伝播速度を v (mm/s) としたとき、次式で示される。

$$f = v / 2L \quad (1)$$

この式 (1) からわかるように、波の固有振動周波数は溶融池長さ L に依存して変化する。

また、図 2 は、レーザ出力をピーク出力 20 kW、ベース出力 12 kW の矩形波形で変動させて溶接したときのレーザ出力変動周波数と欠陥発生率の関係の一例を示した図である。なお、この欠陥発生率とは、溶接部の縦断面において X 線透過試験を行い、溶融断面積に対するポロシティ総断面積の割合 (%) として定義されるものである。ここで、出力変動のデューティ (duty) のみを、たとえば 50% と 70% の異なる 2 通りに設定すると、溶融池長さ L がそれぞれ 19.6 mm、23.8 mm と変化する。波の伝播速度はいずれも 630 mm/s であるため、上記 (1) 式からそれぞれに波の固有振動周波数を計算すると、16.1 Hz (デューティ 50%)、13.2 Hz (デューティ 70%) となる。つまり、いずれのデューティにおいても、溶融池で発生する波の固有振動周波数と一致した周波数でレーザ出力変動を行った場合に、最も効果的にポロシティの発生を防止できるのである。

また、この出願の発明者らは、レーザ出力の変動の波形を適切に制御することにより、さらに欠陥防止効果を高める技術を提案してもいる (例えば、特許文献 2 参照)。

特許文献 1 : 特開 2002-224867 号公報

特許文献 2 : 特開 2002-273586 号公報

発明の開示

以上のとおりのこの発明者らがすでに提案している方法において、溶接欠陥の防止効果はレーザ出力の変動の波形および周波数に大きく依存するため、これらのレーザ出力変動条件を簡便に最適化することが最も重要なプロセスであった。そこで、この出願の発明者らは、さらに、この溶接方法において、最適波形を決定する目的で、レーザ照射位置から発生するプラズマの発光強度を計測し、このプラズマの発光強度がしきい値以下になる状態を検出することによって、最適周波数や最適波形を簡便かつ容易に決定する手法を開発し、特許出願している（特願 2002-257195）。しかしながら、その一方で、より多角的かつ詳細に溶接欠陥の形成機構について研究するにつれ、より簡便かつ確実に、レーザ出力変動条件を決定することができるのではないかとの可能性を残してもいた。特に、最適波形を決定する手段についての検討の余地を残していた。

そこで、この出願の発明は、上記のと通りの発明者らが提案したレーザ溶接方法において、プラズマ信号の発光強度を計測し、その信号の変動周波数解析を行うことにより、より簡便かつ確実にレーザ出力変動条件の最適化を行うことのできる、新しいレーザ溶接方法を提供することを課題としている。

この出願の発明は、上記の課題を解決するものとして、まず第 1 には、レーザ出力に制御された波形および周波数の変動を付与することにより溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法において、レーザ溶接部で発生するプラズマもしくはプルームの発光強度の時間変化を検出し、発光強度の時間変化とレーザ出力の変動が対応するようにレーザ出力変動条件を設定することを特徴とするレーザ溶接方法を提供する。

また、第 2 には、この出願の発明は、レーザ出力に制御された波形および周波数の変動を付与することにより溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法において、レーザ溶接部で発生するプラズマもしくはプル

ームの発光強度の時間変化を検出し、周波数解析して、レーザ出力の変動周波数と同一もしくはその近傍の周波数成分の大きさをもとめ、これが最大となるように、レーザ出力変動条件を設定することを特徴とするレーザ溶接方法を提供する。

そして、この出願の発明は、第3には、レーザ出力に制御された波形および周波数の変動を付与することにより溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法において、レーザ溶接部で発生するプラズマもしくはブルームの発光強度の時間変化を検出し、プラズマもしくはブルームの発光強度の時間変化に任意のしきい値を設け、発光強度がしきい値以下になる時間の総和が最小となるようにレーザ出力変動条件を設定することを特徴とするレーザ溶接方法を提供する。

さらに、第4には、発光強度がある一定時間より長くしきい値以下となる時間の総和が最小となるようにレーザ出力変動条件を設定することを特徴とする方法を提供する。

以上のこの出願の発明は、レーザ照射位置から発生するプラズマもしくはブルームの発光強度を計測することによってレーザ出力の変動条件を最適化するものであるが、この出願の発明においては、特に、レーザ出力変動周波数と発光強度との関係に着目するようにしている。そして、これらを適切に解析・処理することにより、簡便で迅速かつより確実に、最適なレーザ出力の変動周波数を見つける事こと可能とするものである。

図面の簡単な説明

図1は、レーザ溶接時の材料表面付近における溶融池の挙動を模式的に示した図である。

図2は、デューティ50%および70%で出力変動を付与した溶接における、出力変動周波数と欠陥発生率の関係を例示した図である。

図3は、この出願の発明にかかわるプラズマもしくはブルームの発光

信号を検出するための構成を例示した図である。

図 4 は、最適出力変動条件下で測定したプラズマ発光強度の時間変化を例示した図である。

図 5 は、最適出力変動条件下で測定したプラズマ発光信号の周波数解析の結果を例示した図であり、横軸はプラズマ発光信号の周波数を、縦軸はその周波数成分における振幅を示している。

図 6 は、レーザ溶接時に計測したプラズマ発光強度を例示した図である。

図 7 は、この発明の実施例におけるレーザ出力の変動波形を示した図である。

図 8 は、図 7 に示した出力変動を付与した溶接部における欠陥発生率と出力変動周波数の関係を示した図である。

図 9 は、この発明の実施例における各出力変動周波数の下で計測したプラズマ発光強度の時間変化を例示した図である。

図 10 は、この発明の実施例におけるプラズマ発光信号の周波数解析結果から、各出力変動周波数条件での、その出力変動周波数に一致した周波数成分における振幅の大きさを例示した図である。

図 11 は、この発明の実施例においてプラズマ発光強度が 0.02 V 以下になる状態が 2 ms 以上持続した時間の総和の計測時間に対する割合 (t_0/t) を示した図である

なお、図中の符号は次のものを示す。

- 1 プラズマもしくはプルーム
- 2 フォトダイオード
- 3 記録装置
- 4 レーザ
- 5 放物面鏡
- 6 被溶接物
- 7 ワークテーブル

発明を実施するための最良の形態

この出願の発明は上記のとおりの特徴をもつものであるが、以下にその実施の形態について説明する。この出願の発明者らは、ポロシティの形成機構について以下のような知見を得、この出願の発明を完成させるに至っている。すなわち、ポロシティの形成機構を明らかにするため、この出願の発明者らは、レーザ溶接時のキーホールの動的な挙動をX線透過像の高速撮影により観察した。それによると、レーザ出力一定の下で溶接を行っても、キーホールは深さ方向および径方向にランダムに大きく振動し、キーホールから自然発生的に間欠的にランダムな周波数で溶接金属の噴出が起こるのが観察された。そして、ポロシティの発生は、このようなキーホールの振動と大きく関係し、キーホールが深さ方向に大きく振動するときに、キーホールの先端が不安定現象により分離し、溶融金属内で気泡が発生する。ここで発生した気泡は、多くの場合溶融金属が凝固するまで残留し、その結果として、ポロシティが形成されるのである。そしてまた、溶接時にキーホールが深さ方向に大きく振動する現象は、径方向へのキーホールの振動により誘起される。すなわち、キーホールの径方向への振動が大きくなるほどポロシティが発生しやすくなる。これらのことから、キーホールの径方向の動向が検出できれば、振動を起こさないための適正条件を容易に見つけることができ、ポロシティの形成を効果的に防止する条件の最適化が容易にできることになる。

そこで、この出願の発明が提供するレーザ溶接方法は、レーザ出力に制御された波形および周波数の変動を付与することにより溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法において、レーザ溶接部で発生するプラズマもしくはプルームの発光強度の時間変化を検出し、発光強度の時間変化とレーザ出力の変動が対応するようにレーザ出力変動条件を設定することを特徴としている。

図3は、この出願の発明におけるレーザ出力変動条件を設定する方法

の一例を示した図である。より具体的な例を示して説明すると、レーザ溶接中、レーザ（４）が照射される位置では、レーザ（４）と被溶接材（６）の相互作用によりプラズマもしくはプルーム（１）が形成される。このプラズマもしくはプルーム（１）の発光を溶接部周辺に設置したフォトダイード（２）等からなるセンサで検出し、レーザ（４）出力の変化と同期してこれを記録装置（３）に記録する。すると、たとえば、図 9 に例示したように、レーザ（４）出力に付与する変動の周波数を、 10 Hz 、 16.7 Hz 、 20 Hz ・・・などに変化させることで、プラズマもしくはプルーム（１）の発光強度の時間変化は様々な形態となる。しかしこれを詳細に検討すると、レーザ（４）出力の変動をある周波数とすると、図 4 に例示したように、プラズマもしくはプルーム（１）の発光強度の時間変化はレーザ（４）出力の変動と周波数および波形がきわめてよく対応して変化することが見出された。そして、このときに、キーホールの径方向への変動が小さく、安定したキーホールが維持され、最も良く溶接欠陥の発生が防止されることが判明した。すなわち、この周波数を最適レーザ出力変動条件とすればよいといえる。これに対して、レーザ（４）出力の変動の周波数をこの最適値から外していくと、それにしたいがキーホールの径方向への変動が大きくなり、キーホールの変動に対応して発光強度に擾乱が生じ、レーザ（４）出力の変動とプラズマもしくはプルーム（１）の発光強度の時間変化は一致しにくくなってしまう。

このように、プラズマもしくはプルーム（１）の発光強度の時間変化とレーザ（４）出力の変動が対応するようにレーザ（４）出力変動条件を設定することで、簡便に溶接欠陥の発生を防止してレーザ（４）溶接を行うことができる。なお、ここで、発光強度の時間変化とレーザ（４）出力の変動の対応の判定については、なによりも、発光強度の時間変化にレーザ出力の変動とほぼ同じとみなせる周期性が見られることが重要であり、さらには、発光強度の各周期における最大ピーク時間がレー

ザのピーク出力の時間と一致もしくはほぼ一致していることが求められる。さらには、レーザのベース出力の時間において発光強度が各周期で低い値をとっていることが好ましい。

そこで、これらの判定を容易かつ確実なものとするために、この出願の発明が提供するレーザ溶接方法においては、前記のとおり得たプラズマもしくはプルーム（１）の発光強度の時間変化のデータを周波数解析し、レーザ出力の変動周波数と同一もしくはその近傍の周波数成分の大きさをもとめ、これが最大となるように、レーザ出力変動条件を設定するようにしている。

レーザ（４）出力の変動の周波数を変化させて溶接した場合、どの条件においても、プラズマ信号には変動の周波数と一致した周波数成分において振幅のピークが観察される。

この変動周波数と一致した周波数成分における振幅のピークは、出力変動の周波数が最適な条件である場合に最も大きく、最適な条件からずれた場合には小さくなる。これは、プラズマ信号の変動と出力変動との対応が高いか低いかを示しているのである。

たとえば、図４に例示した最適レーザ（４）出力変動条件のもとで得られたプラズマ信号からは、図５に示すような、レーザ（４）出力に付与した変動の周波数（ 22.2 Hz ）と一致した周波数成分において、振幅の大きなピークが観察される。しかし、他の変動周波数、たとえば 10 Hz で出力に変動を与えると、やはり 10 Hz の位置にピークが見られるが、その高さは最適周波数の場合と比べて小さくなる。図１０は、このような各出力変動条件のもとで、その変動周波数と一致した周波数成分における振幅（ピーク値）を求めた結果を例示してものである。したがって、レーザ（４）出力に付与した変動周波数と同一もしくはその近傍の周波数成分で振幅が最大となるように、レーザ（４）出力の変動の周波数を設定することで、容易に、そしてより明確に、最適レーザ（４）出力変動条件を実現することができる。

なお、この出願の発明においては、周波数解析の手法については特に限定されるものではなく、広く一般に用いられている解析法を利用することができる。たとえば、具体的には、高速フーリエ変換法などを利用することができる。

また、さらにこの出願の発明が提供するレーザ溶接方法では、上記の通りに得たプラズマもしくはプルーム（１）の発光強度の時間変化に任意のしきい値を設け、発光強度がしきい値以下になる時間の総和が最小となるようにレーザ（４）出力変動条件を設定するようにしている。というのは、レーザ（４）溶接中、キーホールが径方向に大きく変動した場合には、図６に＊印で示すように、プラズマ（１）発光信号が短時間継続して途絶える現象が見られる。そこで、このようなプラズマ（１）発光信号が短時間継続して途絶える現象、すなわち、キーホールの径方向の変動が最小となるように、レーザ（４）出力変動条件を設定することができる。信号が短時間継続して途絶えることの検出については、発光強度の時間変化に任意のしきい値を設け、発光強度がしきい値以下になる時間を検出することでより簡便に対応することができる。発光強度のしきい値については、溶接の状況や発光強度の検出手段などにより任意に設定することができるが、一般的には、発光がしばらく途絶えたと判定できる状態を含んでいるかどうかを目安とすることができる。

そしてまた、発光が途絶える時間についても任意に設定することができる。この出願の発明においては、発光強度がある一定時間より長くしきい値以下となる時間の総和が最小となるようにレーザ出力変動条件を設定することができる。この一定時間とは、発光信号の検出における様々な条件により異なってくるのであるが、おおよその目安としては、2 m s 程度を例示することができる。これらのこの出願の発明によると、発光が途絶えることの厳密な検出をせずとも、より簡便にレーザ出力変動条件を設定することができるようになる。これによっても、キーホールの径方向への変動を抑え、安定したキーホールが維持し、ポロシティ

の形成をより効果的に防止するための条件を実現することができる。なお、この場合の方法は、この出願の発明者が既に提案（特願 2 0 0 2 - 2 5 7 1 9 5）しているレーザ溶接方法と同様の手順でできることから、最適な波形の制御および周波数の設定を同時に容易に行うことができる。また、上記のこの出願の発明の方法を 2 つ以上併用することで、さらに精度良く、最適レーザ出力変動条件を設定することが可能となる。

以上のこの出願の発明の方法は、レーザ溶接時にその場で極短時間で最適レーザ出力変動条件を得ることができる。そしてフィードバック制御として用いることもできる。

以下、添付した図面に沿って実施例を示し、この出願の発明についてさらに詳しく説明する。もちろん、この発明は以下の例に限定されるものではなく、細部については様々な態様が可能であることは言うまでもない。

実施例

< a > 一般溶接構造用鋼 S M 4 9 0 A を用い、ビードオンプレートにより部分溶込み溶接を行った。溶接に際し、溶接欠陥の発生を防止するため、図 7 に示すように、ピーク出力 2 0 k W、ベース出力 8 k W の三角波でレーザ出力に変動を付与した。ベース出力からピーク出力に変動する立ち上がり時間は 1 0 m s で一定とし、周波数を 1 0 H z から 9 8 H z の範囲で変化させた。図 3 に示した構成の装置を用い、溶接時のプラズマの発光強度を感度波長範囲 1 9 0 ~ 1 1 0 0 μ m の S i フォトダイオード 2（S i - P D）を使い、サンプリング周波数 5 0 k H z で計測した。なお、S i - P D は、被溶接物（6）と同一レベルの水平延長上に設置した。レーザ（4）ビームは、焦点距離 5 0 0 m m の放物面鏡（5）により被溶接物（6）の表面に収束した。試験片は、幅 2 0 m m、高さ 3 0 m m、長さ 2 5 0 m m のものを用い、溶接後に幅方向で X 線透過試験を行い、溶融断面積に対する溶接欠陥総面積の割合（％）を

欠陥発生率として、溶接欠陥の状況を定量化した。

図 8 は、各出力変動周波数における溶接欠陥の発生率を示した図である。図からわかるように、出力変動の周波数が 22.2 Hz において、溶接欠陥が最も効率的に防止できた。すなわち、22.2 Hz を最適出力変動周波数とすることができる。

 図 9 は、各出力変動周波数のものとして、溶接時にプラズマの発光強度を計測した例を示した図である。最適変動周波数 (22.2 Hz) の下では、レーザ出力の変動とよく対応してプラズマ発光強度が変動するのに対して、変動周波数が最適値からずれるにしたがって、プラズマ発光強度の変化がよりランダムになることがわかる。そこで、各変動周波数におけるプラズマ発光信号の周波数解析を行い、各変動周波数成分における振幅を算出し、その結果を図 10 に示した。最適変動周波数 (22.2 Hz) の下で振幅が飛びぬけて高い値を示すことがわかった。このことから、プラズマの発光強度を検出し、その周波数解析した結果からレーザ出力の変動周波数における振幅を求め、この振幅が最大となるようにすることで、最適出力変動条件を容易に決定することができる。

<c> 一方で、図 9 に示したプラズマ発光強度の信号に対して 0.02 V のしきい値を設定し、この状態が 2 ms 以上持続した場合の時間の総和 t を求め、プラズマ発光強度の計測時間 t_0 に対する割合を示したものが図 11 である。最適変動周波数 22.2 Hz の下でこの割合が最小値を示しており、しきい値を利用したこの方法でも最適周波数の決定が可能であることが示された。

産業上の利用可能性

以上詳しく説明したとおり、この出願の発明によって、レーザ出力に適切な波形ならびに周波数で変動を付与して溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法において、より簡便かつ確実にレーザ出力変動条件の最適化を行うことのできる、新しいレーザ溶接方法が提供される。これ

により、たとえば厚板の高品質溶接が容易にできるようになり、厚板レーザー溶接の実用化に貢献することが期待できる。

請求の範囲

1. レーザ出力に制御された波形および周波数の変動を付与することにより溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法において、レーザ溶接部で発生するプラズマもしくはプルームの発光強度の時間変化を検出し、発光強度の時間変化とレーザ出力の変動が対応するようにレーザ出力変動条件を設定することを特徴とするレーザ溶接方法。
2. レーザ出力に制御された波形および周波数の変動を付与することにより溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法において、レーザ溶接部で発生するプラズマもしくはプルームの発光強度の時間変化を検出し、周波数解析して、レーザ出力の変動周波数と同一もしくはその近傍の周波数成分の大きさをもとめ、これが最大となるように、レーザ出力変動条件を設定することを特徴とするレーザ溶接方法。
3. レーザ出力に制御された波形および周波数の変動を付与することにより溶接欠陥の発生を防止するレーザ溶接方法において、レーザ溶接部で発生するプラズマもしくはプルームの発光強度の時間変化を検出し、プラズマもしくはプルームの発光強度の時間変化に任意のしきい値を設け、発光強度がしきい値以下になる時間の総和が最小となるようにレーザ出力変動条件を設定することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のレーザ溶接方法。
4. 発光強度がある一定時間より長くしきい値以下となる時間の総和が最小となるようにレーザ出力変動条件を設定することを特徴とする請求項 3 記載のレーザ溶接方法。

図 1

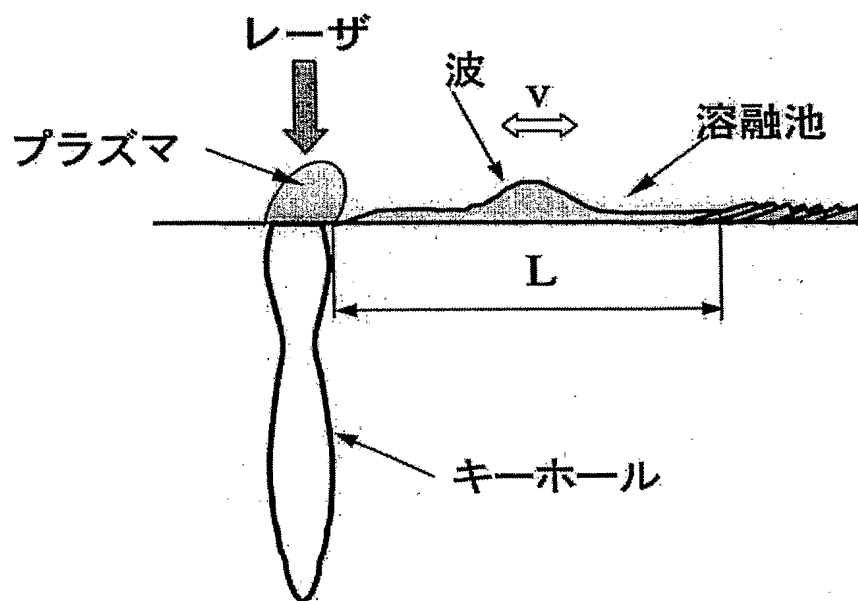


図 2

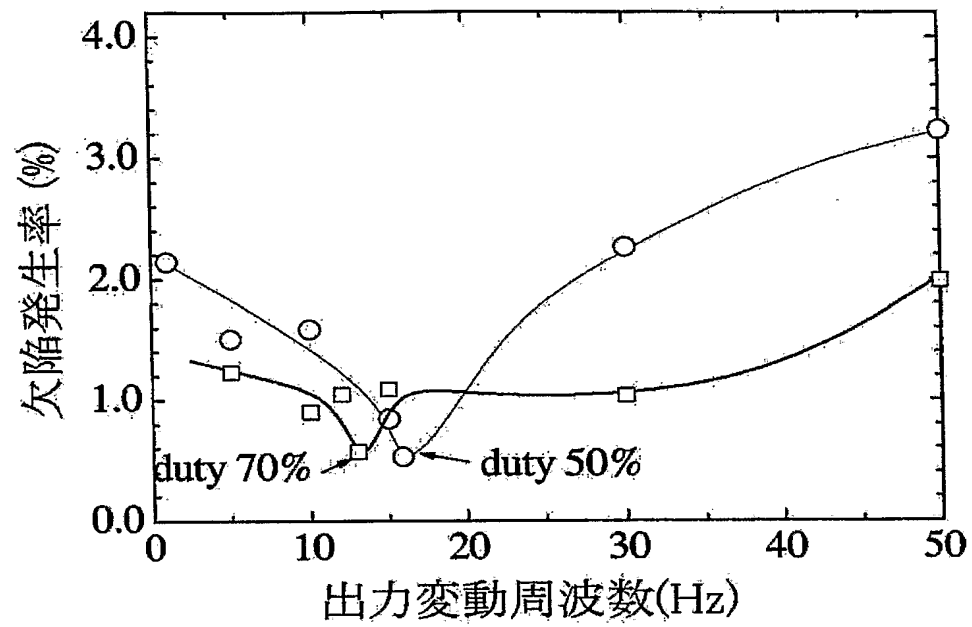


図 3

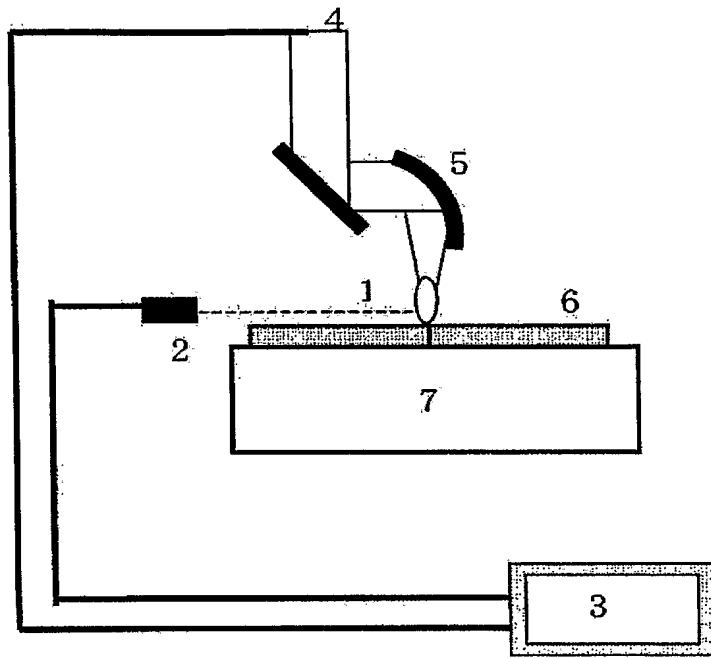


図 4

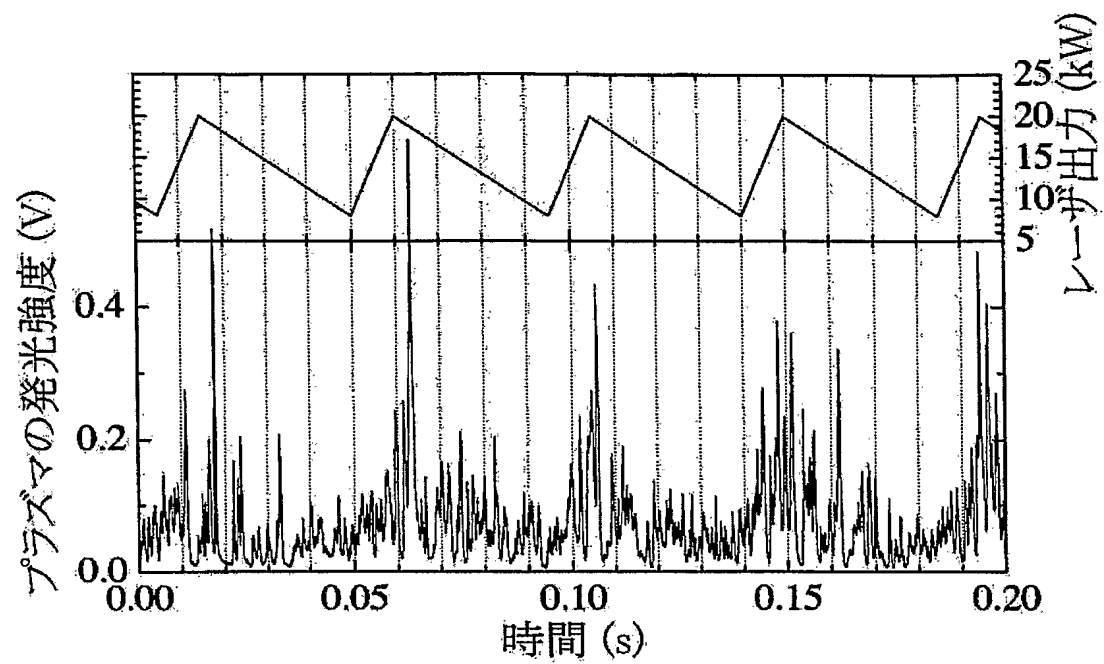


図 5

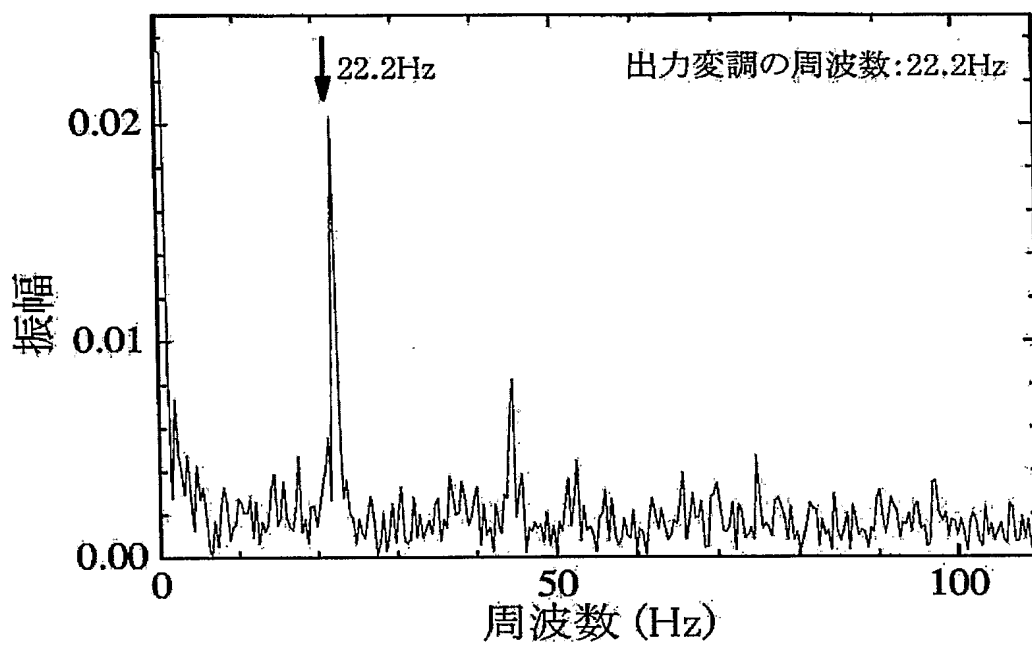


図 6

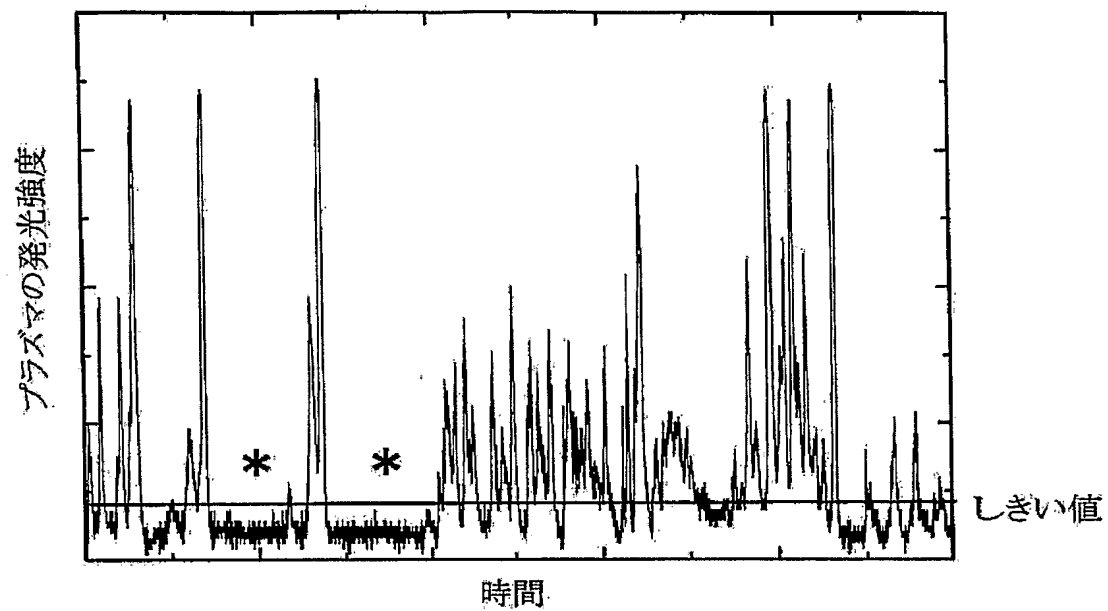


図 7

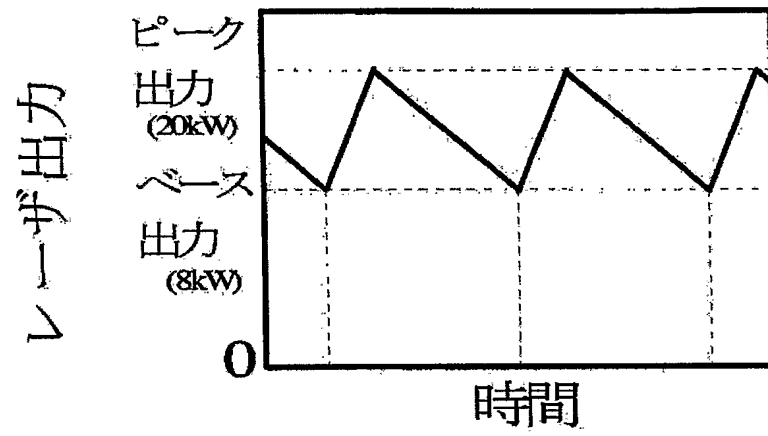


図 8

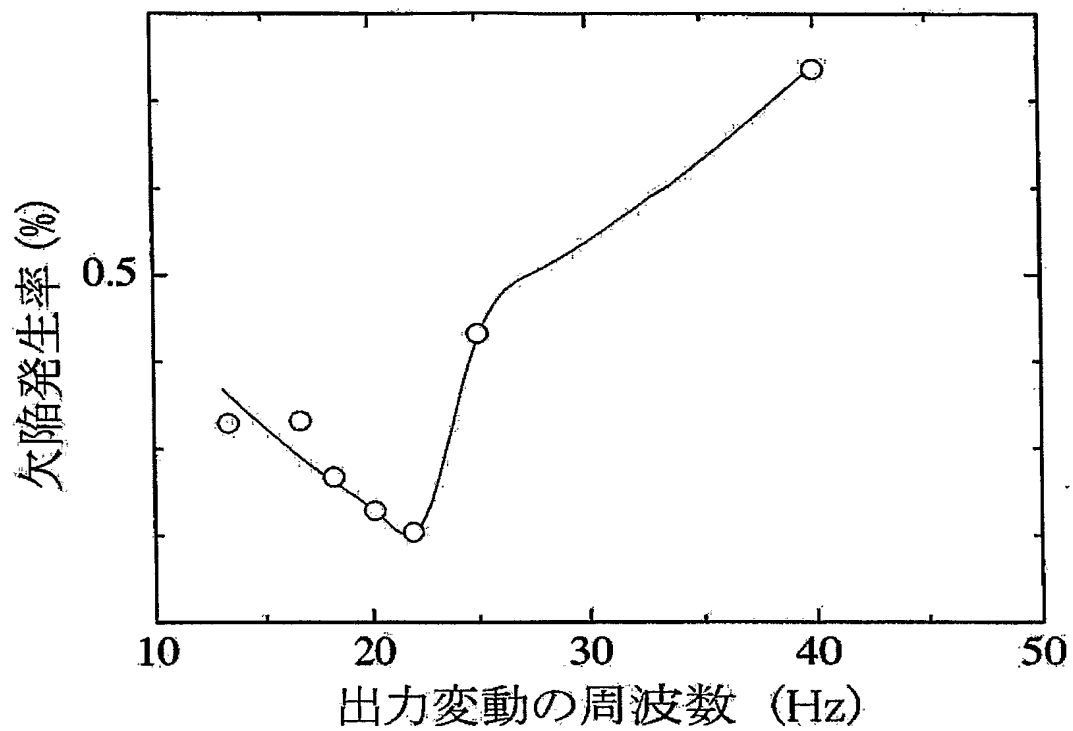


図 9

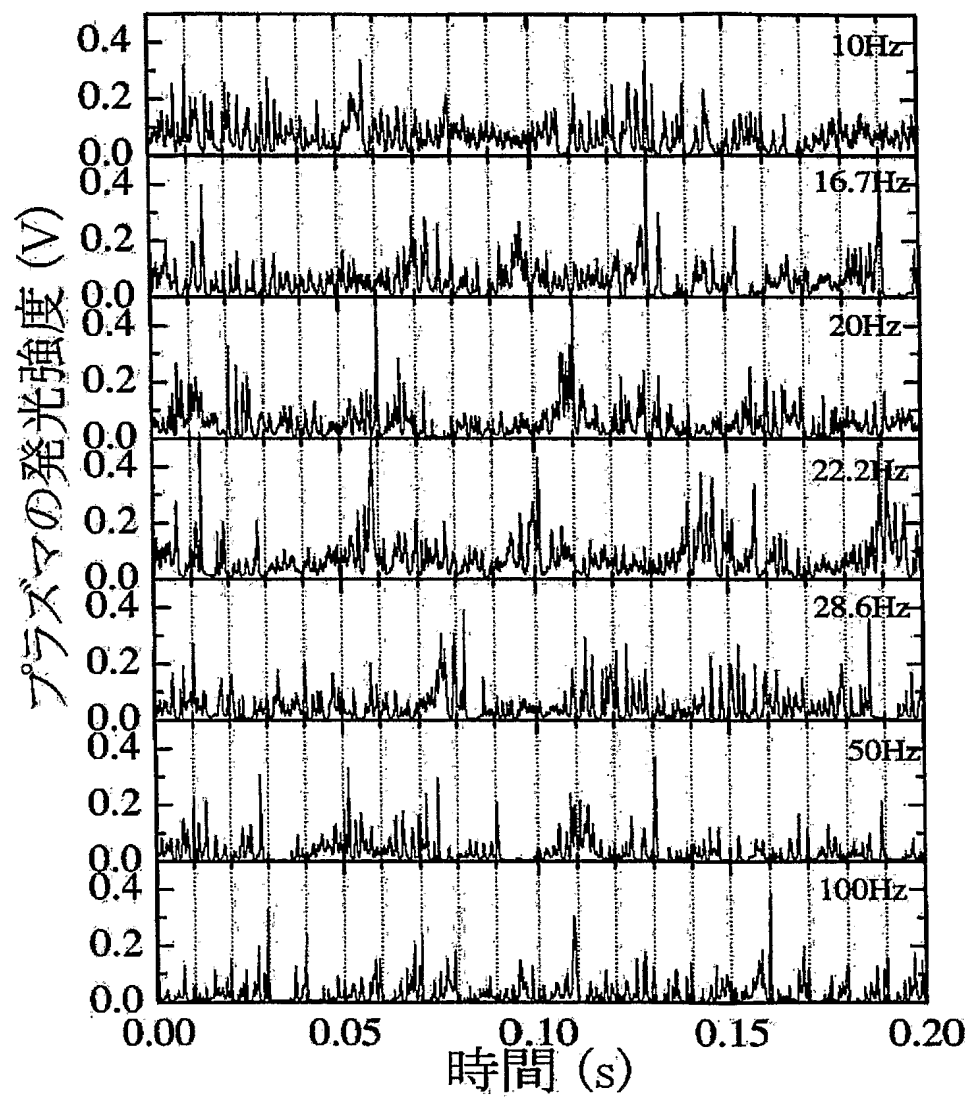


図 1 0

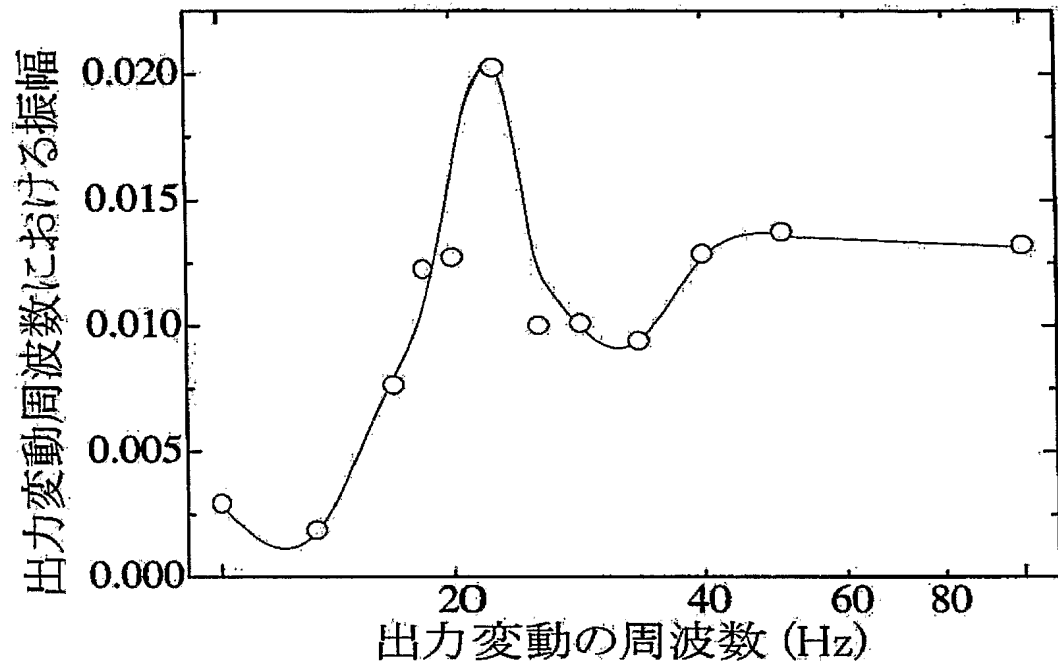
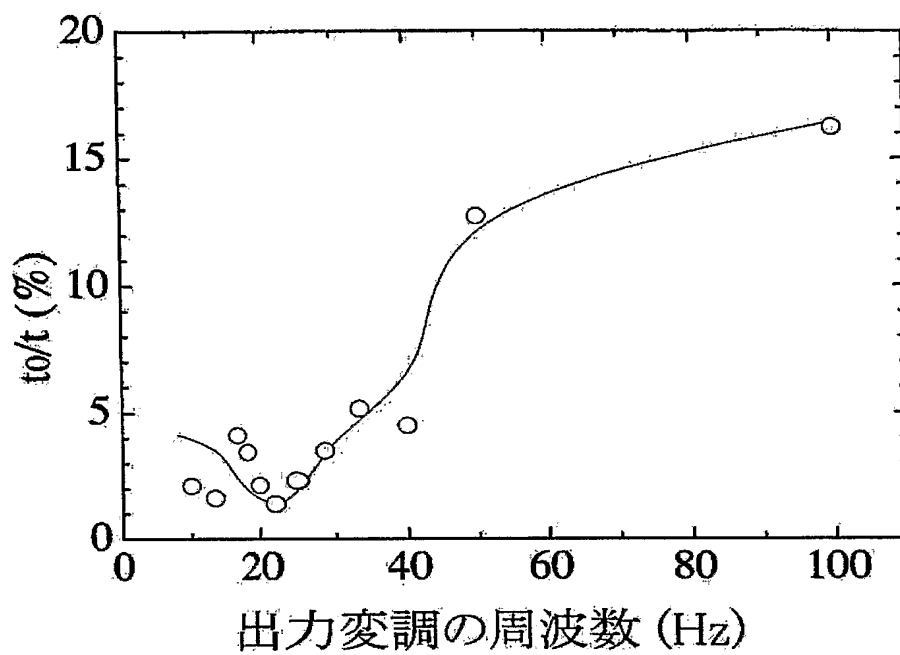


図 1 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003417

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int .Cl⁷ B23K26/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int .Cl⁷ B23K26/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/060634 A1 (Independent Administrative Institution National Institute for Materials Science), 08 August, 2002 (08.08.02), Full text; all drawings & US 2004/0026381 A1	1-4
A	JP 2002-321073 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 05 November, 2002 (05.11.02), Claims; column 8, line 37 to column 16, line 15; Figs. 1 to 17 & EP 1238744 A1	1-4
A	US 5651903 A (TRW Inc.), 29 July, 1997 (29.07.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 May, 2005 (23.05.05)

Date of mailing of the international search report
07 June, 2005 (07.06.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003417

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	JP 2004-90068 A (Independent Administrative Institution National Institute for Materials Science), 25 March, 2004 (25.03.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B23K26/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B23K26/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 02/060634 A1 (独立行政法人物質・材料研究機構) 2002. 08. 08, 全文, 全図 & US 2004/0026381 A1	1-4 1-4
A	JP 2002-321073 A (日産自動車株式会社) 2002. 11. 05, 特許請求の範囲, 第 8 欄第 37 行-第 16 欄第 15 行, 第 1-17 図 & EP 1238744 A1	
A	US 5651903 A (TRW Inc.) 1997. 07. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 05. 2005

国際調査報告の発送日

07. 6. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 昌人

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

3 P

9257

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, A	JP 2004-90068 A(独立行政法人物質・材料研究機構)2004. 03. 25, 全文, 全図(ファミリーなし)	1-4